

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2002139600  
 PUBLICATION DATE : 17-05-02

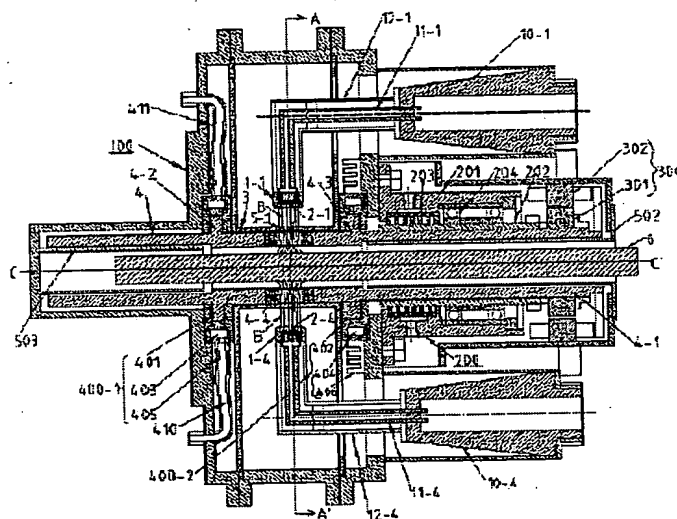
APPLICATION DATE : 02-11-00  
 APPLICATION NUMBER : 2000335351

APPLICANT : ONO KATSUHIRO;

INVENTOR : ONO KATSUHIRO;

INT.CL. : G21K 5/00 A61L 2/08 G21K 1/04  
 G21K 5/04

TITLE : ROTATING WINDOW TYPE  
 ELECTRON BEAM IRRADIATION  
 EQUIPMENT



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide electron beam irradiation equipment capable of emitting an electron beam of a high density toward a body to be irradiated from the whole circumference of the body without rotating the body in a irradiation with electron beam for hardening, reforming, or cross-linking of a resin applied to the surface of an object having a three-dimensional shape, or sterilization of a medical tool.

SOLUTION: In this equipment, a structure including an electron transmission window for taking the electron emitted from a cathode provided within a vacuum area kept in a high vacuum state out of the vacuum area while accelerating it with an anode having an electron passing hole, is formed in a cylindrical shape. A first thick part and a second thin part are alternately provided on the circumference of the structure including the electron transmission window, and the second part has the function of transmitting the electron beam while constituting a vacuum barrier wall, and the first part has the function of cooling the first part while keeping the mechanical strength. The rise of temperature in the second part is minimized by rotating the electron transmission window at a high speed, so that the electron beam of high density can be transmitted in a short time.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

END PAGE BLANK (uspto)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-139600  
(P2002-139600A)

(43) 公開日 平成14年5月17日 (2002.5.17)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ターミナル* (参考)
G 2 1 K	5/00	C 2 1 K	5/00
			W 4 C 0 5 8
			C
			D
A 6 1 L	2/08	A 6 1 L	2/08
G 2 1 K	1/04	C 2 1 K	1/04
			S
審査請求 未請求 請求項の数14 OL (全 10 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-335351(P2000-335351)

(22) 出願日 平成12年11月2日 (2000.11.2)

(71) 出願人 399116102

小野 勝弘

栃木県宇都宮市戸祭台29-3

(72) 発明者 小野 勝弘

栃木県宇都宮市戸祭台29-3

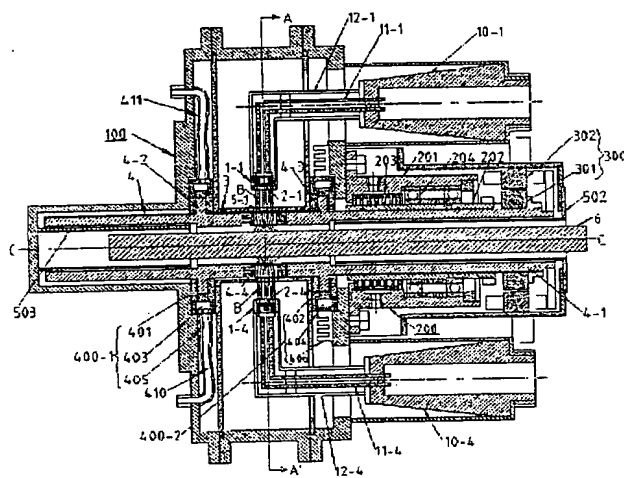
Fターム(参考) 4C058 AA16 BB06 KK03 KK14 KK26

(54) 【発明の名称】 回転ウィンドウ型電子線照射装置

(57) 【要約】

【課題】 解決しようとする課題は、立体形状を有する物体の表面に塗布した樹脂の硬化、改質、架橋等や、医療用具の滅菌等を行うために電子線を照射する場合に、被照射体を回転することなく被照射体の全周囲から被照射体に向かって高密度の電子線を照射することができる電子線照射装置を提供することである。

【解決手段】 本発明では、高真空状態に維持された真空領域内に設けられた陰極から放出された電子を、電子通過孔を有する陽極との間で加速して、前記の真空領域の外に取り出す為の電子透過窓を含む構造体を円筒状に形成し、この電子透過窓を含む構造体には周方向に肉厚が大きい第1の部分と肉厚が小さい第2の部分を交互に設け、この第2の部分は真空隔壁を構成しながら電子線を透過させる働きをし、前記の第1の部分は機械的強度を保ちながら前記の第1の部分を冷却する働きをもっており、前記の電子透過窓を高速で回転させることによって、前記の第2の部分の温度上昇を小さくし、短時間に高密度の電子線を透過させることができるようにしている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空領域を構成する真空容器と、この真空領域内に在って電子を放出する陰極と、この陰極から放出された電子を透過させて前記の真空領域の外部に取出す為の電子透過窓を含む構造体と、この電子透過窓を含む構造体を回転させる回転機構と、前記の電子透過窓を含む構造体と前記の真空容器との境界部分を真空シールする回転シール機構とを有して成り、前記の電子透過窓を含む構造体は、動作時に回転するようになっていることを特徴とする回転ウィンドウ型電子線照射装置。

【請求項2】 前記の電子透過窓を含む構造体は、電子を透過させる薄い部分と熱を伝える厚い部分とが回転方向に沿って交互に配設された部分を有することを特徴とする特許請求項1に記載の回転ウィンドウ型電子線照射装置。

【請求項3】 前記の電子透過窓を含む構造体は、周方向に配列したスリットを有する円筒状の第1の構造体と、これに貼り付けられて電子透過膜を形成する薄膜と、周方向に配列したスリットを有する円筒状の第2の構造体とを有して成り、前記の第1の構造体と前記の第2の構造体との両方のスリットが共通する部分を有するように取り付けられて構成されていることを特徴とする特許請求項2に記載の回転ウィンドウ型電子線照射装置。

【請求項4】 前記の電子透過窓は厚みが15 $\mu$ m以下のチタニウム箔から成っていることを特徴とする特許請求項2～3のいずれか1つに記載の回転ウィンドウ型電子線照射装置。

【請求項5】 前記の電子透過窓を含む構造体の肉厚部分の表面は原子番号が小さな物質で出来ている部分を有することを特徴とする特許請求項2～4のいずれか1つに記載の回転ウィンドウ型電子線照射装置。

【請求項6】 前記の電子透過窓は、これを含む構造体の回転中心軸に平行な方向に長いことを特徴とする特許請求項1～5のいずれか1つに記載の回転ウィンドウ型電子線照射装置。

【請求項7】 前記の電子透過窓は、これを含む構造体の回転中心軸に並行な方向に対して周方向に45度以内の範囲で傾斜していることを特徴とする特許請求項1～6のいずれか1つに記載の回転ウィンドウ型電子線照射装置。

【請求項8】 前記の陰極に対向した位置に電子通過孔を有する陽極が取り付けられており、この陽極の電子通過孔に対して前記の陰極と反対側に前記の電子透過窓を含む構造体が位置しており、前記の電子透過窓は前記の電子透過窓を含む構造体の内側表面の近傍に取り付けられていることを特徴とする特許請求項1～7のいずれか1つに記載の回転ウィンドウ型電子線照射装置。

【請求項9】 前記の回転シール機構は磁性流体を有して構成されていることを特徴とする特許請求項1～8の

いずれか1つに記載の回転ウィンドウ型電子線照射装置。

【請求項10】 前記の回転シール機構と前記の電子透過窓を含む構造体との伝熱通路の途中に、動作時に液体である金属を潤滑材とした動圧滑り軸受を取り付けたことを特徴とする特許請求項1～9のいずれか1つに記載の回転ウィンドウ型電子線照射装置。

【請求項11】 前記の電子透過窓を含む構造体の最小の内径よりも小さな径を持つ領域に前記の被照射体を保持する様に構成された被照射体ガイドを設けたことを特徴とする特許請求項1～10のいずれか1つに記載の回転ウィンドウ型電子線照射装置。

【請求項12】 前記の電子透過窓を含む構造体の回転方向に複数の陰極が配列されていることを特徴とする特許請求項1～11のいずれか1つに記載の回転ウィンドウ型電子線照射装置。

【請求項13】 前記の陰極は前記の電子透過窓を含む構造体の回転中心軸に平行な方向に対して周方向に傾斜して取り付けられていることを特徴とする特許請求項1～12のいずれか1つに記載の回転ウィンドウ型電子線照射装置。

【請求項14】 前記の電子透過窓を含む構造体の回転と同期して前記の陰極が同軸状に回転することを特徴とする特許請求項1～13のいずれか1つに記載の回転ウィンドウ型電子線照射装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、立体形状を有する物体の表面に塗布した樹脂の硬化、改質、架橋等や、医療用具の滅菌等を行うためにこれらの被照射体を回転することなく全周囲から電子線を照射する装置であって、特に、照射する電子線の密度を増したことを特徴とする電子線照射装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の電子線照射装置は、公開特許公報、特開平11-19190号に記載されているように、固定されたドラム管状の真空容器の中に直線状の金属フィラメントを取付け、これを通電加熱することによって放出される熱電子を500KV以下の電圧で加速し、薄い金属箔で出来た平板状の透過窓を透過させて、大気中にある被照射体に電子線を照射するようになっている。特開平11-19190号公開特許公報に記載の装置の概略の横断面図を図1に示している。図1において、1001は真空容器であり、1003は電子銃構造体であり、1002は電子銃構体1003等を支持するターミナルであり、1004は陰極フィラメントであり1005はグリッドであり1006は電子を透過させる電子透過窓である。陰極フィラメント1004から放出された電子がグリッド1005に印加された電位差で加速され、更に電子透過窓1006との間に印加され

た500KV以下の電位差で加速されて電子透過窓1006を透過する。透過した電子線Bは照射室内にある被照射体1011に照射される。この装置は大型であり、電子線の照射方向が一定となっているのでシート状の被照射体に電子線を照射する場合には適するが、立体形状の物体に電子線を照射するのには適さない。このような場合には、例えば、特開平11-19190号公開特許公報に記載の装置では、図1に示すように、立体構造体である被照射体1011は2本のワイヤ1009、1010で回転させながら移動させられて前記の照射窓1006を透過してきた電子線Bが照射されるようになってくる。このように被照射体を回転させながら移動させたり、特開平10-268100号公開特許公報に記載のように被照射体を傾斜面上で転がしたり、特開平10-268099号公開特許公報に記載のように被照射体を裏返す機構を設けたり、特開平9-68600号公開特許公報に記載のように被照射体の周囲に反射板を置いて電子線を被写体の周囲に一樣に照射する努力が払われている。上記の従来例はいずれの場合も装置が大型になり、立体形状の被照射体に全周囲方向から照射するのが難しいだけでなく、処理能率が悪いと言う問題があった。

【0003】特に、被照射体が小型の物体である場合や線状の物体である場合には、上記の例では被照射体の周囲に万遍無く電子線を照射するのは不可能に近い。又照射される電子線の密度が大きくなり出ないで、照射能率が極めて悪いと言う問題がある。

【0004】これまでに全周囲方向から照射できる電子線照射装置が実現できなかった理由は以下のとおりである。先ず第1に、筒状の形状をしており真空領域から大気圧領域に電子を透過させるための電子透過窓が出来なかったことである。第2に、全周方向から均一な強度で且つ中心軸方向に均一に広がった分布をもつ電子線を発生させて高電圧で均一のエネルギーまで加速する方法が見出せなかったことによる。更に、第3の理由は、前記の電子透過窓は電子の透過率を大きくするために薄くする必要があるが、電子の透過の際の吸収による発熱で高温度まで過熱されて電子透過窓の信頼性が確保できなかったことである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】解決しようとする課題は、立体形状を有する物体の表面に塗布した樹脂の硬化、改質、架橋等や、医療用具の滅菌等を行うために電子線を照射する場合に、被照射体を回転することなく被照射体の周囲から被照射体に向かって高密度の電子線を照射することができる電子線照射装置を提供することである。特に、真空領域と大気領域との境界を形成しつつ電子線を透過させる電子透過窓の温度上昇を防ぐことによって高密度の電子線を短時間に信頼性良く照射することができる電子線照射装置を提供することを目的として

いる。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明では、高真空状態に維持された真空領域内に設けられた陰極から放出された電子を電子通過孔を有する陽極との間で加速して、前記の真空領域の外部に取り出すための電子透過窓を含む構造体を円筒状に形成し、この電子透過窓を含む構造体には周方向に肉厚が大きい第1の部分と肉厚が小さい第2の部分とを交互に設け、この第2の部分は真空隔壁を構成しながら電子を透過させる電子透過窓としての働きをし、前記の第1の部分は機械的強度を保ちながら前記の第2の部分を冷却する働きをもっており、前記の電子透過窓を含む構造体を高速度で回転させることによって、前記の第2の部分の温度上昇を小さくし、短時間に高密度の電子線を透過させることができるようにしている。また、前記の電子透過窓を含む構造体は、液体金属を潤滑剤とする動圧滑り軸受に連結されており、これを介して回転を許容した状態で強制冷却されているので全体としての温度上昇は低く抑えられている。この電子透過窓を含む構造体と繋がった円筒状の支持構体は磁性流体によって真空容器との境界部分を真空シールされた状態で前記の真空領域を構成しながら高速度に回転できるように支持されている。また、前記の動圧滑り軸受を介した冷却機構が前記の電子透過窓と前記の真空シール部分との伝熱通路の途中に設けられているので磁性流体が存在する部分の温度が十分に低く保たれており、信頼性が確保されている。

【0007】前記の回転する円筒状の電子透過窓を含む構造体の内側には真空容器に固定されたガイドが設けられており、被照射体と前記の電子透過窓を含む構造体とが接触しないように電子透過窓を含む構造体の最小の径よりも小さな径内に被照射体を支えるようになってくる。又前記の電子透過窓を含む構造体の回転中心軸に向かつて電子を照射するように放射状に複数の陰極が取り付けられている。これらの陰極は、断面が細長い長方形である電子線を発生し、その長手方向が前記の電子透過窓を含む構造体の回転中心軸にほぼ並行状態になるように取り付けられている。この電子線が電子透過窓を透過する際に散乱されるので、電子透過窓を含む構造体の内側では周方向に均一化された強度分布を持つ電子線を取り出すことができる。

【0008】前記の電子透過窓を含む構造体は回転しており、この電子透過窓を含む構造体の肉厚が大きい第1の部分で電子の進行が阻止されるので透過した電子線の強度は時間的には正弦波的に変化するが、この間の被照射体の移動により空間的にはほぼ均一化された電子線が照射される。照射目的によっては、時間的にも空間的にも極めて均一な線量分布を持つことが必要な場合もあるが、この場合にはこの円筒状の電子透過窓を含む構造体の回転と同期させて前記の陰極を同軸状に回転させるこ

とによって達成される。真空空間において陰極を回転しながら電子を照射する方法は例えば特許出願番号「特願2000-100157」、「特願2000-100158」公報等に記述している。本発明は、これらの場合をも包含している。

【0009】前記の真空容器は、真空ポンプによって常時排気されており、前記の磁性流体によって回転自在に真空シールされており、真空シールの部分からの真空リークが無視できるほど小さく、常に高真空状態が維持できるようにになっている。そのために、微小放電などの不具合が発生せず、高信頼度の状態を維持することができる。また、構造が簡単であるために小型で低価格の全周照射型の電子線照射装置を提供することができるようになった。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施形態について図面を参照して説明する。図2は本発明の一実施形態である回転ウィンドウ型電子線照射装置の縦断面図であり、図3は図2のAA'における横断面図、図4は図3の中央部分の拡大図、図5は本発明の主要部である電子透過窓を含む構造体の一構成要素部分を示す斜視図、図6は本発明の主要部である電子透過窓を含む構造体の他の構成要素部分を示す斜視図である。図7と図8は他の実施形態の回転ウィンドウ型電子線照射装置の概略縦断面図である。同じ部分は同じ番号を付与している。簡略化の為に断面のハッチングは部分的に省略している。図9と図10は本発明の特性を説明する図面である。

【0011】図2及び図3及び図4において、真空容器100は、高電圧供給用の絶縁体10-1、10-2、10-3、10-4、10-5、10-6と、回転シール機構200を構成する外側スリーブ201と、回転シール機構200を構成する内側スリーブ202と、回転シール機構200を構成するシール機構部203と、後述する電子照射窓機構4とによって囲まれた真空空間を形成している。真空容器100には図示しない真空ポンプが接続され、上記の真空空間は常時 $10^{-6} \sim 10^{-8}$  Torr程度の真空度に保たれている。電子照射窓機構4はロータ301に接続されており、ロータ301の外側にはステータ302が取り付けられており、これらは誘導モータ300を形成しており、動作時には100 rps程度の高速度で電子照射窓機構4を回転させるようになっている。このように高速で電子照射窓機構4が回転した場合でも前記のシール機構部203を介して高真空状態が保たれるようになっている。

【0012】前記の回転シール機構200のシール機構部203は、固定部分と回転部分の微小なギャップに磁性流体を磁力で付着させて内部を高真空状態に保てるようになっている。磁性流体は80℃以下に保つ必要があり、回転シール機構200用外側スリーブ201から導入した水で固定部分は強制水冷されている。回転シール

機構200用内側スリーブ202も同様に温度上昇が許されないので、回転シール機構200用内側スリーブ202に接続されている電子照射窓機構4は、液体金属を潤滑剤とする動圧滑り軸受401、402を含む冷却機構400-1、400-2によって強制冷却されている。この動圧滑り軸受401、402は、回転する回転体と回転しない固定体とを含んでおり、これらが数十ミクロンのギャップを有して対向する軸受面の少なくとも一方にヘリンボーン状の軸受溝を有しており、このギャップの中にガリウムの合金から成る常温で液体の金属が充填されており、この液体金属を通じて回転体と固定体の間で大きな熱伝導が行われる。

【0013】前記の動圧滑り軸受401、402の固定体は、真空容器100の壁からフレキシブルな通路410、411を通して真空を保った状態で導入された水を通路403、404に流すことによって強制水冷される。前記の動圧滑り軸受401、402の固定体は、回転は禁止されているが半径方向及び回転軸方向には移動可能であるように可動部材405、406によって保持されている。この機構により、軸受ギャップが一定に保たれて電子照射窓機構4はスムーズな回転を保証されると共に、前記の液体金属を介して良好に冷却される。

【0014】電子銃は放射状に6個が取り付けられているが、同様の構造になっているのでその内の1つの電子銃E1について説明する。高電圧供給用の絶縁体10-1の先端に電子銃支持体12-1が取り付けられており、電子銃支持体12-1の先端には集束電極1-1が取り付けられている。集束電極1-1の先端部には直方体形状に切り取られた窪みが在り、その中にタングステン合金で出来たコイル状の陰極2-1が前記の窪みの中に電気絶縁を保って取り付けられている。集束電極1-1とコイル状の陰極2-1は電子銃E1を構成している。コイル状の陰極2-1の両端はリード線ペア11-1のそれぞれに接続されており、リード線ペア11-1のそれぞれ他端は真空を保った状態で高電圧供給用の絶縁体10-1の先端部分で図示しない高電圧電源に接続される。コイル状の陰極2-1はその長手方向が中心軸CC'にはほぼ平行になるように取り付けられている。

【0015】前記の電子銃E1の先端と対向する位置に電子通過孔5-1を有する陽極3が取り付けられており、接地電位に固定されている。集束電極1-1及び陰極2-1には前記の高電圧電源から500KV以下の負の高電圧が供給される。この電圧の値は被照射体の処理の種類によって変更される。前記の陰極2-1の両端にはおよそ15Vの電圧が印加され、陰極2-1は2130℃程度に加熱されて熱電子を放出し、この熱電子は、集束電極1-1によって細長い長方形の断面を持つ電子線Bに集束されながら陽極との電位差で加速されて電子通過孔5-1を通過する。

【0016】電子照射窓機構4は、図2に示すように、

回転支持する為の支持部分4-1と、冷却のための動圧滑り軸受部分4-2、4-3と電子を透過させる為の電子透過部分4-4とを含んでおり、電子透過部分4-4は、図3と図4に示すように、周方向にスリットが並んだ第1の構造体4-4aとこの第1の構造体4-4aに貼り付けられた金属箔4-4bと、周方向にスリットが並んだ第2の構造体4-4cとを含んでおり、これらは気密に取り付けられている。前記の第1の構造体4-4aは図5に、第2の構造体4-4cは図6に斜視図で示してある。第1の構造体4-4aの表面に前記の金属箔4-4bを気密に貼りつけたものを第2の構造体4-4cの中心の穴4-4dの中に密着挿入される。この際、それぞれのスリット5-1aと5-1b、5-2aと5-2b、5-3aと5-3b、5-4aと5-4b、5-5aと5-5b、5-6aと5-6bとがそれぞれ一致するように例えば電子ビーム溶接などで気密に取り付けられて、電子透過部4-4を構成する。この電子透過部4-4は、厚さが15 $\mu$ m程度以下のチタニウムから出来た電子透過窓4-4bと熱伝導率が高い肉厚の構造体で出来た熱伝導機構部4-4eとが周方向に交互に配列された構造になっている。電子透過窓4-4bは前記の金属箔で出来ているのでこれと同じ番号を付している。この電子透過部4-4の両端に前記の軸受部分4-2、4-3、及び支持部分4-1が気密に取り付けられている。

【0017】電子照射窓機構4は、図2に示すように、支持部分4-1に取り付けられた軸受204によって回転自在に支承されおり、誘導モータ300によって100rps程度の高速度で回転される。図4に示すように、前記の陽極3の電子通過孔5-1を通過してきた断面が細長い長方形の電子線Bは、電子透過部4-4の電子透過窓4-4bが対面する瞬間にこれを透過して被照射体6に入射する。この際、一部の電子が電子透過窓4-4bに吸収されてこの部分が加熱される。その直後に電子透過窓4-4bは回転移動しており、電子線Bは熱伝導機構部4-4eの外側面7-1に衝突して吸収される。この部分は、熱容量が大きいのと熱伝導が大きいので電子線Bによって加熱されても温度上昇が抑制されて比較的低い温度に保たれる。熱伝導機構部4-4eは動圧滑り軸受部分4-2、4-3と熱的に連結されており、これら部分で強制冷却されているので、熱伝導機構部4-4eは等価的に大きな熱容量を持つことになり、その温度は低く保たれる。熱伝導機構部4-4eに接合されている電子透過窓4-4bは急激に冷却されるので温度上昇が低く保たれる。電子照射窓機構4の回転速度が大きくなるほど電子透過窓4-4bの温度上昇の抑制効果が高くなって、高密度の電子を透過させることができる。このようにして、電子照射窓機構4を高速度で回転させることによって信頼性良く電子透過窓4-4bを透過させることができる電子の密度が増大させられる。

【0018】被照射体ガイド502、503の構造と動作について説明する。被照射体ガイド502、503は、電子照射窓機構4の内径よりも小さな内径を有する筒状の形状であり、端部が真空容器100に固定されている。電子照射窓機構4が高速度で回転しているにもかかわらず、これが被照射体に接触しないようになっている。電子透過部4-4においては、被照射体ガイド502、503は電子透過部4-4を避けるように分割されており、電子が衝突しないようになっている。電子照射窓機構4は高速度で回転しており、前記の電子透過窓4-4bの内径側は1気圧程度の不活性ガスが流れており、この分の回転で不活性ガスが吹き当てられて電子透過窓4-4bが強制冷却される。

【0019】被照射体6の処理の仕方について述べる。被照射体6の全体を端部から照射する場合には前記のコイル状の陰極2-1、2-2、2-3、2-4、2-5、2-6に通電した状態で電子照射窓機構4を回転させながら被照射体ガイド502、503の内側端部から被照射体6を挿入する。被照射体6を均一に照射する場合には、電子線強度を一定にして被照射体6を一定速度で移動させるか、被照射体6の移動速度に合わせてコイル状の陰極2-1、2-2、2-3、2-4、2-5、2-6の温度を自動的に制御する。

【0020】

【実施例】次に本発明の回転ウインドウ型電子線照射装置の作用について実施例を用いて説明する。前記の電子照射窓機構4を回転させないで電子透過窓4-4bに断面が細長い長方形の電子線Bを入射した場合には、これらの電子透過窓4-4bが薄くて熱伝導が小さいので電子透過窓4-4b内における温度差が大きくなる。前記の熱伝導機構部4-4eに接する部分と前記の電子透過窓4-4bの中央部との温度差は大きくなり、電子透過窓4-4b内での熱応力が大きくなる。例えば、電子透過窓4-4bの内径が6mm、鉄で出来た熱伝導機構部4-4eの外径が30mm、それぞれの電子透過窓4-4bの幅が1.5mm、長さが20mmの状態それぞれの電子透過窓4-4bに162Wの電子線を入射した場合、およそ81Wがそれぞれの電子透過窓4-4bを透過して被照射体6に照射され、残りのおよそ81Wがそれぞれの電子透過窓4-4bで吸収され、前記の電子透過窓4-4b内における温度差は186度に達する。

【0021】これは、鉄で出来た前記の熱伝導機構部4-4eにより前記の電子透過窓4-4bが冷却されているので低い値に保たれている結果である。仮に、熱伝導機構部4-4eを無くして筒状の電子透過窓4-4bのみで構成されている場合にははるかに大きな温度上昇が発生することは明らかである。このように、中心軸に平行な方向に細長い電子透過窓4-4bをこれに平行な細長い熱伝導機構部4-4eで挟むことによって電子透過窓4-4bを冷却すると共に、電子透過窓4-4bが真

空領域と大気圧領域の圧力差に耐えるようになってい  
る。

【0022】しかしながら、更に前記の電子透過窓4-4b内での温度分布の差を小さくすることが、電子透過窓4-4bの信頼性を増す上で好ましい。前記の電子透過窓4-4b内での温度分布の差を小さくすることは、前記の構造の電子照射窓機構4を高速で回転させることによって達成される。この様子を図9に示している。図9は電子照射窓機構4の回転速度と電子透過窓4-4b内での温度分布の差との関係の例を示している。図9からわかるように、前記の電子照射窓機構4を1 rpsの速度で回転させた場合には前記の電子透過窓4-4b内での温度差は161度に減少し、回転速度を10 rpsまで上昇させると前記の電子透過窓4-4b内での温度差は136度まで減少し、回転速度を100 rpsまで上昇させると前記の電子透過窓4-4b内での温度差は96度まで減少している。更に、回転速度が無限大である場合には前記の温度差は92度となる。従って、前記の電子照射窓機構4を100 rps程度まで高速回転させれば十分であることがわかる。上記の結果は、単位時間内に前記の被照射体6に照射される線量が同じになる条件で比較されている。上記の数値例は電子照射窓機構4の構造寸法や材質によって異なった値になるが、上述の傾向はどの場合にも不偏的に成り立つ。

【0023】上記の様に、電子透過窓4-4bに入射する電子線Bを時間的に変化させないで被照射体6に同一の照射線量を与える場合に、電子照射窓機構4を回転させた場合には電子線Bは電子透過窓4-4bと熱伝導機構部4-4eの両方に入射されて、電子照射窓機構4に吸収される熱量は増加するが、電子照射窓機構4を固定して電子透過窓4-4bのみに電子線を入射した場合よりも前記の電子透過窓4-4b内での温度差は小さくなる。図10には、電子透過窓4-4bの中央部と熱伝導機構部4-4eの温度の時間的な変化の例を示している。図10の(4)は無限大の速度で回転している場合の熱伝導機構部4-4eの温度であり、(1)は電子照射窓機構4の回転速度が1 rpsの場合における、

(2)は電子照射窓機構4の回転速度が10 rpsの場合における、(3)は電子照射窓機構4の回転速度が無限大の場合における、電子透過窓4-4bの中央部でのそれぞれの温度変化の例を示している。回転速度が大きいほど電子透過窓4-4bの温度の最高値は低くなっている。

【0024】電子照射窓機構4の回転角度を検出して、これに同期させて電子透過窓4-4bに入射する電子線Bの強度を時間的に変化させることによって電子線Bを電子透過窓4-4bのみに入射するように制御すれば更なる低温化の効果が得られる。

【0025】上記の実施形態及び実施例では、被照射体6の周方向における照射線量の分布は、前記の電子透過

窓4-4bでの電子の散乱により均一化される。特に、被照射体6が細い形状である場合にはより均一になる。被照射体が太い形状である場合には前記の陰極と電子透過窓4-4bとを回転中心軸CC'に対して周方向に45度以下の範囲で傾斜させておくとより均一な線量分布を得ることができる。被照射体6に照射される線量は、前記の熱伝導機構部4-4eで妨げられるタイミングがあるので時間的に変化するが、前記の電子照射窓機構4の回転速度が十分に速い場合には被照射体6を移動させることにより平均化されるので大部分の電子線照射処理において問題とならない。

【0026】被照射体6が微弱なX線に対しても悪影響を受易い物質であった場合には、発生するX線を極力減少させるために、熱伝導機構部4-4eの表面に鉄よりも原子番号が小さい物質から成る部材を取り付けておくことが良い。また、電子透過窓4-4bを透過した電子線Bを出来るだけ多く被照射体6に入射させるためには、電子透過窓4-4bをできる限り被照射体6に近づけることが好ましい。従って、電子透過窓4-4bの直径は熱伝導機構部4-4eの内径とほぼ等しくなるように構成されている。

【0027】次に、変形された実施形態について図7を用いて説明する。図7の実施形態では、回転シール機構200を真空容器100の両側に設けることにより、回転する電子照射窓機構4の内径部分を貫通させて細長い被照射体6の電子線照射処理に適した構造に変形した例を示している。他の部分は図2、図3、図4に示した実施形態と同様であるので細部の説明は省略する。更に、他の変形された実施形態について図8を用いて説明する。図8の実施形態は、電子照射窓機構4の回転中心軸の方向に電子透過部4-4を複数個設けることにより、被照射体6の周囲により多くの陰極を配列して細長い形状の被照射体6の周方向の線量分布をより均一にした場合を示している。隣接する電子透過部4-4の間には、液体金属潤滑材を用いた動圧滑り軸受407と冷却水路408と可動部材409から成る冷却機構が設けられており、これで強制冷却されている。

【0028】本発明を実施形態及び実施例に関連して説明したが、本発明は、ここに例示した実施形態及び実施例の構造及び形態に限定されるものではなく、本発明の精神及び範囲から逸脱することなく、いろいろな実施形態が可能であり、いろいろな変更及び改変を加えることができることを理解されたい。例えば、電子透過窓4-4bの内側を真空にした状態で被照射体6に電子線を照射できることは勿論である。また、陰極の数は限定されるものではなく、1個でも10個以上でもよい。

【発明の効果】以上説明したように本発明の電子線照射装置を採用すると、立体的な構造を有する被照射体を回転させること無く全周方向から電子線を高密度で照射できる。電子透過窓の温度上昇が減少するので大線量率の



電子線を得ることが出来、照射処理の速度を高めることができる。特に、被照射体が小さい場合や細長い場合には電子密度が高いのでこの効果が大きい。反対に、同一の線量率を得るためには電子透過窓の温度を低くすることができるので電子透過窓の信頼性を高めることができる。また、多くの陰極を用いることにより被照射体の周方向の線量分布が均一化される。特に、陰極と電子透過窓とを同期して回転させると完全に均一にできる。更に、装置全体がコンパクトであり、低価格となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】従来の電子線照射装置の概略横断面図である。

【図2】本発明の一実施形態である回転ウインドウ型電子線照射装置の縦断面図である。

【図3】本発明の縦断面図である図2のAA'における横断面図である。

【図4】本発明の主要部である図3の中央部を拡大した図である。

【図5】本発明の主要部である電子透過窓を含む構造体の一構成要素部分を示す斜視図である。

【図6】本発明の主要部である電子透過窓を含む構造体の他の構成要素部分を示す斜視図である。

【図7】他の実施形態に係わる回転ウインドウ型電子線照射装置の縦断面図である。

【図8】他の実施形態に係わる回転ウインドウ型電子線照射装置の縦断面図である。

【図9】本発明の特性を説明するグラフである。

【図10】本発明の特性を説明するグラフである。

#### 【符号の説明】

1-1、1-2、1-3、1-4、1-5、1-6

集束電極

2-1、2-2、2-3、2-4、2-5、2-6

コイル状の陰極

3 陽極

4 電子照射窓機構

4-1 電子照射窓機構支持部分

4-2 動圧滑り軸受部分

4-3 動圧滑り軸受部分

4-4 電子透過部分

4-4a 電子透過部分の第1の構造体

4-4b 電子透過部分の金属箔

4-4c 電子透過部分の第2の構造体

4-4d 取付け穴

4-4e 熱伝導機構部

5-1、5-2、5-3、5-4、5-5、5-6

電子透過孔

6 被照射体

10-1、～、10-6 高電圧供給用の絶縁体

11-1、～、11-6 リード線

12-1、～、12-6 電子銃支持体

100 真空容器

200 回転シール機構

201 回転シール機構用外側スリーブ

202 回転シール機構用内側スリーブ

203 磁性流体から成るシール機構部

300 誘導モータ

301 誘導モータのロータ

302 誘導モータのステータ

400-1、400-2 動圧滑り軸受からなる冷

却機構

401 動圧滑り軸受

402 動圧滑り軸受

403 冷却水の通路

404 冷却水の通路

405 可動部材

406 可動部材

407 動圧滑り軸受

408 冷却水の通路

410 冷却水の通路

411 冷却水の通路

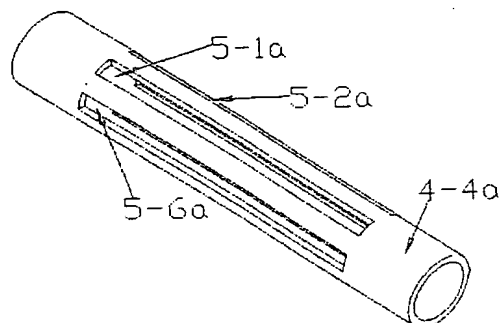
502 被照射体ガイド

503 被照射体ガイド

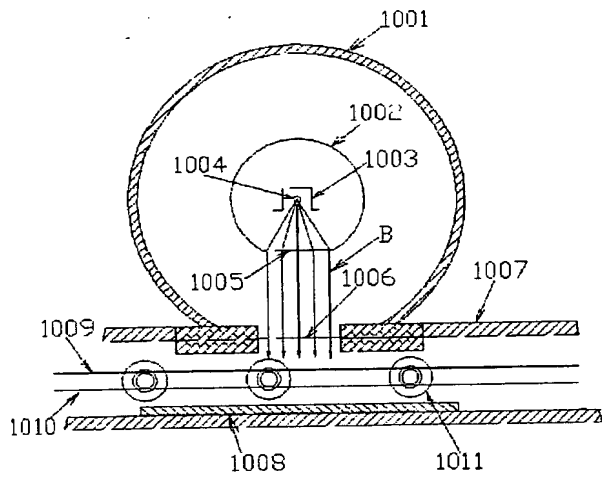
B 電子線

E1 電子銃

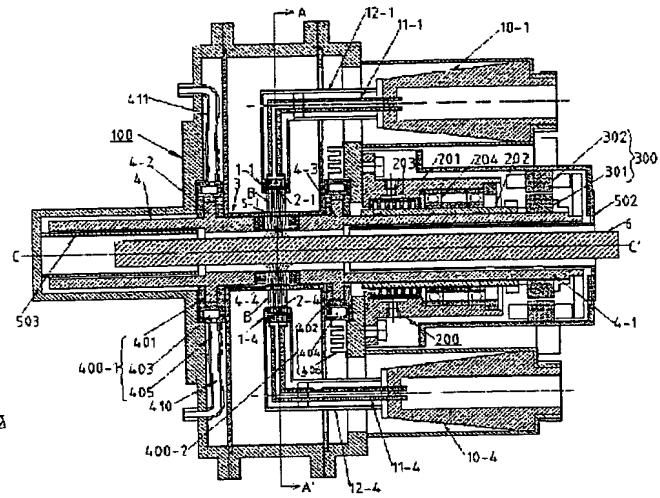
【図5】



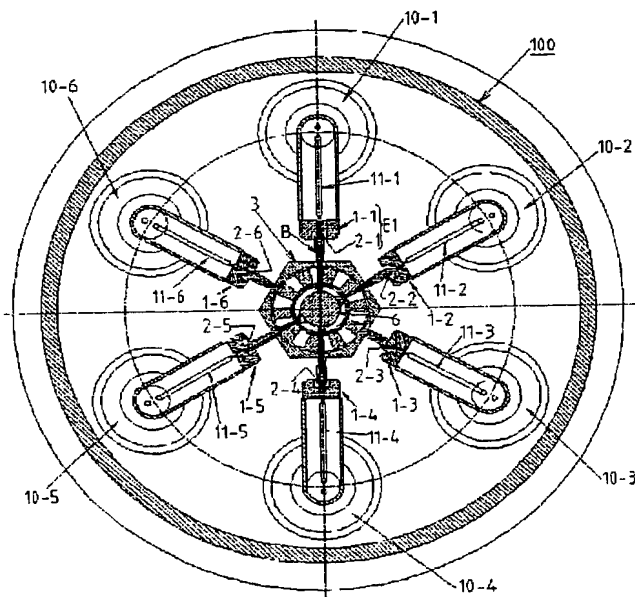
【図1】



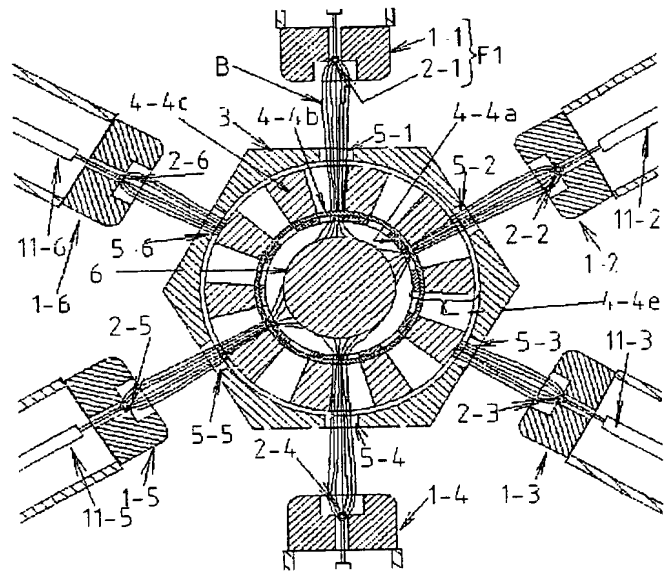
【図2】



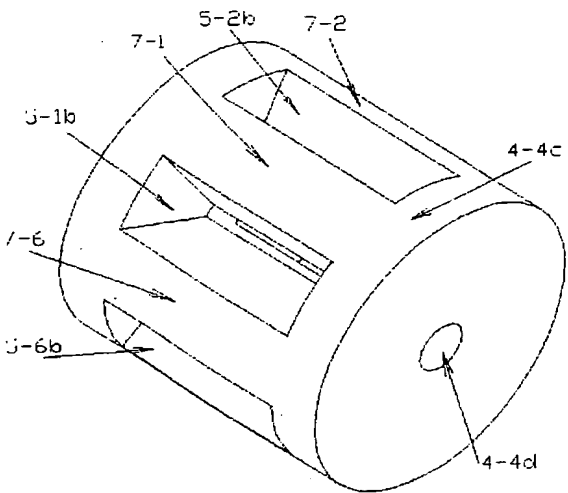
【図3】



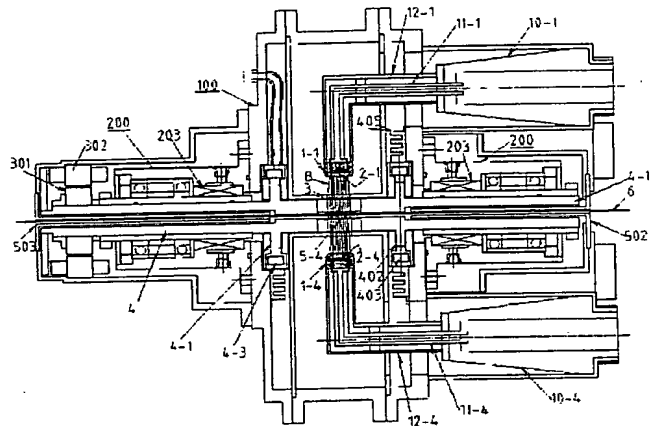
【図4】



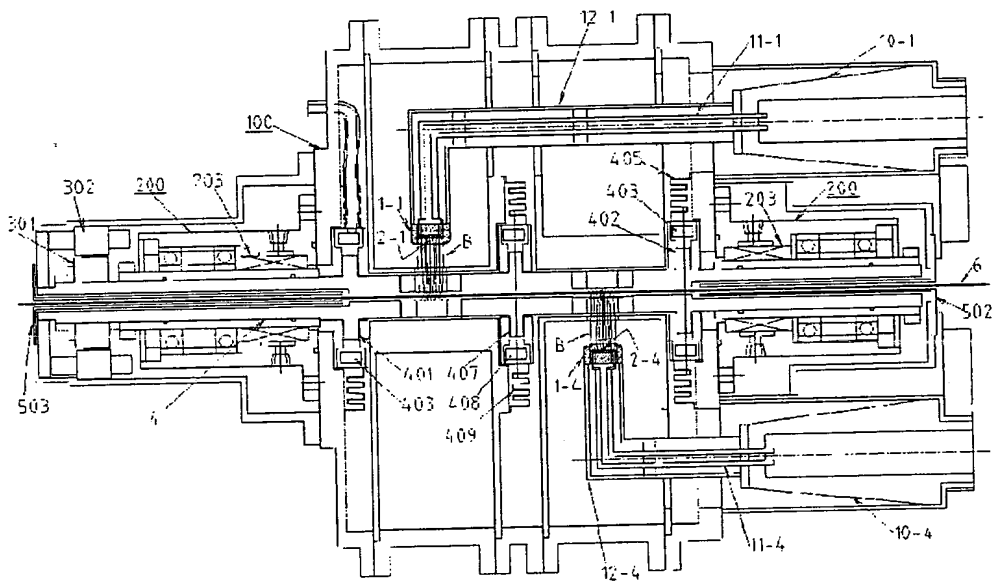
【図6】



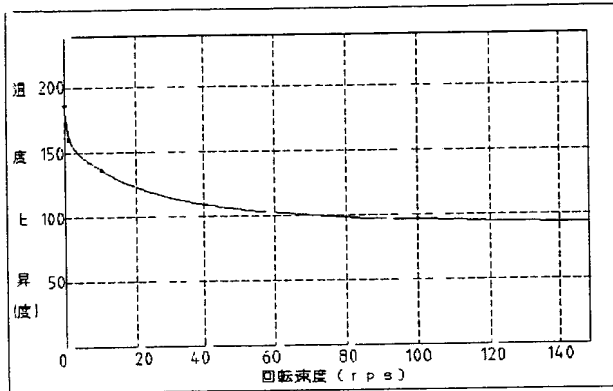
【図7】



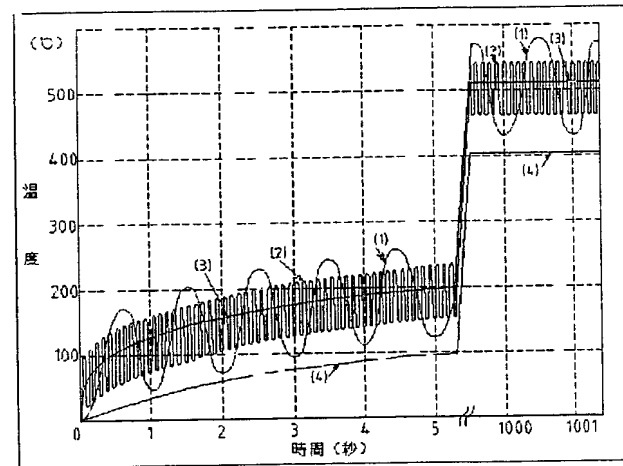
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
G21K 5/04

識別記号

FI  
G21K 5/04

(参考)

E